

① BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 101 55 227 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
F 02 M 61/18

② Aktenzeichen: 101 55 227.0
② Anmeldetag: 9. 11. 2001
④ Offenlegungstag: 22. 5. 2003

DE 101 55 227 A 1

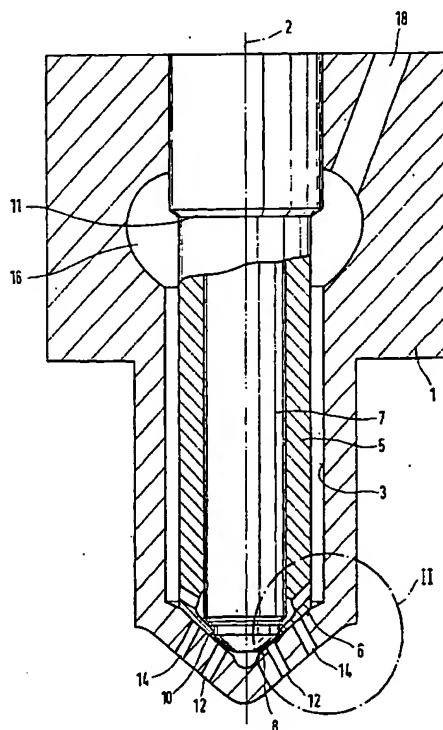
⑦ Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦ Erfinder:
Boecking, Friedrich, 70499 Stuttgart, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤ Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen

⑤ Kraftstoffeinspritzventil mit einem Ventilkörper (1), in dem in einer Bohrung (3) eine äußere Ventalnadel (5) und eine in der äußeren Ventalnadel (5) geführte innere Ventalnadel (7) angeordnet sind. Die Ventalnadeln (5; 7) wirken mit einem am brennraumseitigen Ende der Bohrung (3) ausgebildeten Ventilsitz (10) zusammen, in welchem eine äußere Einspritzöffnungsreihe (14) und eine innere Einspritzöffnungsreihe (12) angeordnet sind. Die innere Ventalnadel (7) steuert die Öffnung der inneren Einspritzöffnungsreihe (12) und die äußere Ventalnadel (5) die Öffnung der äußeren Einspritzöffnungsreihe (14). Die äußere Ventalnadel (5) weist eine nach innen kragende umlaufende Dichtlippe (25) mit einer inneren Dichtkante (30) auf, wobei die innere Dichtkante (30) in Schließstellung der äußeren Ventalnadel (7) am Ventilsitz (10) zur Anlage kommt (Fig. 1).



DE 101 55 227 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung geht von einem Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen aus, wie es der Gattung des Patentanspruchs 1 entspricht. Ein derartiges Kraftstoffeinspritzventil ist beispielsweise aus der Offenlegungsschrift DE 30 36 583 A1 bekannt. Das aus dem Stand der Technik bekannte Kraftstoffeinspritzventil weist einen Ventilkörper mit einer darin ausgebildeten Bohrung auf. In der Bohrung ist eine äußere Ventilnadel geführt und in der äußeren Ventilnadel wiederum eine innere Ventilnadel. Beide Ventilnadeln wirken mit einem Ventilsitz zusammen, der die Bohrung am brennraumseitigen Ende abschließt. Im Ventilsitz sind eine äußere und eine innere Einspritzöffnungsreihe ausgebildet, wobei die innere Einspritzöffnungsreihe von der inneren Ventilnadel und die äußere Einspritzöffnungsreihe von der äußeren Ventilnadel gesteuert wird. Durch eine Längsbewegung der Ventilnadeln in der Bohrung entgegen einer Schließkraft wird entweder nur die äußere Einspritzöffnungsreihe aufgesteuert oder beide Einspritzöffnungsreihen gleichzeitig, so dass Kraftstoff zu den Einspritzöffnungen fließen kann, von wo er in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird.

[0002] Sowohl die äußere Ventilnadel als auch die innere Ventilnadel weisen an ihren Ventildichtflächen, mit denen sie am Ventilsitz anliegen, jeweils eine Dichtkante auf, die eine Abdichtung des Druckraums gegen die jeweilige Einspritzöffnungsreihe sicherstellt. Hierbei ergibt sich jedoch der Nachteil, dass das Einspritzventil während der geschlossenen Phase, in der kein Kraftstoff durch die Einspritzöffnungen austreten soll, die beiden Einspritzöffnungsreihen nicht ausreichend gegeneinander abdichtet. Dadurch können zum einen Verbrennungsgase aus dem Brennraum als sogenanntes Rückblasen in den Raum, der zwischen den beiden Ventilnadeln vorhanden ist, eindringen. Zum anderen kann Kraftstoff, der sich durch den Betrieb auch zwischen den Ventilnadeln befindet, als Leckage in den Brennraum fließen und dort zu einer Erhöhung der Kohlenwasserstoff-Emissionen führen.

Vorteile der Erfindung

[0003] Das erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass keine Leckage und damit kein Austritt von Kraftstoff zwischen den Einspritzungen möglich ist und dass aus dem Brennraum der Brennkraftmaschine keine Verbrennungsgase durch die Einspritzöffnungen in das Kraftstoffeinspritzventil eindringen können. Hierzu weist die äußere Ventilnadel eine nach innen kragende Dichtlippe auf, die eine innere Dichtkante aufweist. Diese innere Dichtkante kommt in Schließstellung der äußeren Ventilnadel am Ventilsitz zur Anlage und dichtet so die äußere Einspritzöffnungsreihe gegen die innere Einspritzöffnungsreihe ab. Durch die an der Dichtlippe ausgebildete innere Dichtkante kann zwischen den Einspritzungen kein Kraftstoff aus dem Ringraum durch die Einspritzöffnungen und damit unkontrolliert in den Brennraum gelangen.

[0004] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Gegenstandes der Erfindung ist zwischen der äußeren Ventilnadel und der inneren Ventilnadel ein Ringraum ausgebildet, der mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar ist. Der Kraftstoff im Ringraum beaufschlagt die an der inneren Ventilnadel ausgebildete Druckfläche, so dass eine vom Ventilsitz weggerichtete Kraft auf die innere Ventilnadel ausgeübt

wird. Auf diese Weise kann die innere Ventilnadel in einfacher Weise hydraulisch gesteuert werden, wobei sich der Ringraum mit nur wenig Aufwand realisieren lässt.

[0005] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die äußere Ventilnadel im wesentlichen hohlzylinderförmig ausgebildet, und der Druckraum ist durch eine Auskehlung in der Innenmantelfläche der äußeren Ventilnadel gebildet. Diese Ausbildung des Ringraums ist einfach zu fertigen und erlaubt eine beliebige Gestaltung des Ringraums was Volumen und Lage anbelangt. Darüber hinaus kann es in vorteilhafter Weise vorgesehen sein, den Ringraum über wenigstens eine in der äußeren Ventilnadel ausgebildete Bohrung mit einem Druckraum zu verbinden, um so den Ringraum mit Kraftstoff unter hohem Druck zu befüllen.

[0006] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist die Dichtlippe eine vom Ventil abgewandte Sitzfläche auf, an der die innere Ventilnadel mit einer Dichtfläche in Schließstellung zur Anlage kommt. Hierdurch wird die innere Dichtkante, die an der Dichtlippe ausgebildet ist, durch die Schließkraft der inneren Ventilnadel zusätzlich gegen den Ventilsitz gepresst, so dass die Dichtwirkung der inneren Dichtkante deutlich verbessert wird.

[0007] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist die äußere Ventilnadel neben der inneren Dichtkante eine zusätzliche äußere Dichtkante auf, welche stromaufwärts zur inneren Dichtkante und auch stromaufwärts zur äußeren Einspritzöffnungsreihe angeordnet ist. Auf diese Weise verschließen die innere und die äußere Dichtkante die äußere Einspritzöffnungsreihe vollständig, so dass kein Kraftstoff durch die äußere Einspritzöffnungsreihe unkontrolliert in den Brennraum gelangen kann. Es können auch auf umgekehrtem Weg keine Verbrennungsgase aus dem Brennraum in das Kraftstoffeinspritzventil eindringen.

[0008] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung ist die Dichtlippe so gestaltet, dass bei der Schließbewegung der äußeren Ventilnadel zuerst die innere Dichtkante am Ventilsitz zur Anlage kommt und erst mit der weiteren Schließbewegung unter elastischer Verformung der Dichtlippe auch die äußere Dichtkante. Durch die elastische Verformung der Dichtlippe wird die Anpresskraft an der inneren Dichtkante erhöht, so dass in dem Fall, in dem nur die innere Ventilnadel vom Ventilsitz abhebt und dadurch die innere Einspritzöffnungsreihe freigibt, nach wie vor eine sichere Abdichtung an der inneren Dichtkante der äußeren Ventilnadel gegeben ist.

[0009] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind der Zeichnung, der Beschreibung und den Ansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

[0010] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzventils dargestellt:

[0011] Fig. 1 zeigt im Längsschnitt ein Kraftstoffeinspritzventil im wesentlichen Bereich,

[0012] Fig. 2 eine Vergrößerung des mit II bezeichneten Ausschnitts von Fig. 1 und

[0013] Fig. 3 eine Vergrößerung von Fig. 2 im Bereich des Ventilsitzes.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0014] In Fig. 1 ist ein Kraftstoffeinspritzventil im Längsschnitt dargestellt. In einem Ventilkörper 1 ist eine Bohrung 3 ausgebildet, wobei die Bohrung 3 durch einen Ventilsitz 10 verschlossen wird, der im wesentlichen konisch ausgebildet ist. In Einbaulage des Kraftstoffeinspritzventils in der Brennkraftmaschine ist dieser Ventilsitz 10 am brennraum-

seitigen Ende der Bohrung 3 angeordnet. In der Bohrung 3 ist eine äußere Ventilnadel 5 angeordnet, die dort längsverschiebbar ist und in einem brennraumabgewandten Abschnitt der Bohrung 3 geführt ist. In der äußeren Ventilnadel 5 ist eine kolbenförmig innere Ventilnadel 7 längsverschiebbar geführt, die eine Längsachse 2 aufweist, welche mit der Längsachse der äußeren Ventilnadel 5 zusammenfällt. Die äußere Ventilnadel 5 weist an ihrem dem Ventilsitz 10 zugewandten Ende eine im wesentlichen konische Ventildichtfläche 6 auf, die in Schließstellung der äußeren Ventilnadel 5 am Ventilsitz 10 zur Anlage kommt. Die innere Ventilnadel 7 weist ebenso eine im wesentlichen konische Dichtfläche 8 auf, die in Schließstellung ebenfalls am Ventilsitz 10 zur Anlage kommt. Durch eine Verjüngung der äußeren Ventilnadel 5 ist brennraumzugewandt zum geführten Abschnitt der äußeren Ventilnadel 5 eine Druckschulter 11 ausgebildet. Zwischen der äußeren Ventilnadel 5 und der Wand der Bohrung 3 ist ein Druckraum 16 ausgebildet, der über einen im Ventilkörper 1 ausgebildeten Zulaufkanal 18 mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar ist. Auf Höhe der Druckschulter 11 ist der Druckraum 16 radial erweitert, so dass sich der Zulaufkanal 18 im Ventilkörper 1 ausbilden lässt, ohne die Führung der äußeren Ventilnadel 5 in der Bohrung 3 durch eine zu geringe Wandstärke zwischen der Bohrung 3 und dem Zulaufkanal 18 zu schwächen. Durch eine in der Zeichnung nicht dargestellte Vorrichtung kann eine Schließkraft auf die äußere Ventilnadel 5 und unabhängig davon auf die innere Ventilnadel 7 ausgeübt werden, wobei die jeweilige Schließkraft beide Ventilnadeln 5, 7 in Richtung des Ventilsitzes 10 beaufschlagt. Eine Längsbewegung der Ventilnadeln 5, 7 in der Bohrung 3 findet dadurch statt, dass entweder die öffnende Kraft auf die äußere Ventilnadel 5, die durch die hydraulische Kraft auf die Druckschulter 11 erzeugt wird, durch den ansteigenden Druck im Druckraum 16 die Schließkraft übersteigt oder dass bei einem zumindest

näherungsweise gleichbleibenden Kraftstoffdruck im Druckraum 16 die Schließkraft auf die äußere Ventilnadel 5 vermindert wird. Nach dem gleichen Prinzip lässt sich auch die Längsbewegung der inneren Ventilnadel 7 steuern. [0015] Fig. 2 zeigt eine Vergrößerung des mit II bezeichneten Ausschnitts von Fig. 1. Im Ventilsitz 10 sind mehrere Einspritzöffnungen ausgebildet, die den Ventilsitz 10 mit dem Brennraum der Brennkraftmaschine verbinden. Die Einspritzöffnungen sind in zwei Einspritzöffnungsreihen 12; 14 angeordnet, wobei die innere Einspritzöffnungsreihe 12 näher an der Längsachse 2 liegt als die äußere Einspritzöffnungsreihe 14. Die innere Ventilnadel 7 weist an ihrem brennraumzugewandten Ende eine Abfolge aus einer Konusfläche 107, einer sich daran anschließenden ersten Zylinderfläche 117, einer darauf folgenden zweiten Konusfläche 207, einer darauf folgenden zweiten Zylinderfläche 217 und einer daran grenzenden dritten Konusfläche 307 auf. Der Öffnungswinkel der dritten Konusfläche 307 ist größer als der Öffnungswinkel des konischen Ventilsitzes 10, so dass am Übergang der zweiten Zylinderfläche 217 zur dritten Konusfläche 307 eine Dichtkante 27 gebildet ist, die in Schließstellung der inneren Ventilnadel 7 am Ventilsitz 10 zur Anlage kommt. Die Dichtkante 27 kommt hierbei stromaufwärts der inneren Einspritzöffnungsreihe 12 am Ventilsitz 10 zur Anlage, so dass die Dichtkante 27 die innere Einspritzöffnungsreihe 12 verschließen kann.

[0016] Die äußere Ventilnadel 5 weist nahe ihres brennraumseitigen Endes eine Auskehlung 19 auf, so dass zwischen der inneren Ventilnadel 7 und der äußeren Ventilnadel 5 ein Ringraum 20 gebildet ist. Der Ringraum 20 ist über mehrere über den Umfang der äußeren Ventilnadel 5 verteilt angeordneten Verbindungsbohrungen 22 mit dem Druckraum 16 verbunden, und somit herrscht im Ringraum 20

stets der gleiche Kraftstoffdruck wie im Druckraum 16. Die brennraumseitige Endfläche der äußeren Ventilnadel 5 ist näherungsweise konisch ausgebildet und weist durch einen daran ausgebildeten Ringwulst eine äußere Dichtkante 32 auf, die bei Anlage am Ventilsitz 10 den Druckraum 16 gegen die äußere Einspritzöffnungsreihe 14 verschließt. Am brennraumseitigen Ende der äußeren Ventilnadel 5 ist eine nach innen kragende Dichtlippe 25 ausgebildet, an der durch einen ringförmigen Wulst eine innere Dichtkante 30 ausgebildet ist, die in Schließstellung der äußeren Ventilnadel 5 ebenfalls am Ventilsitz 10 zur Anlage kommt. Die innere Dichtkante 30 und die äußere Dichtkante 32 sind hierbei so angeordnet, dass die äußere Dichtkante 32 stromaufwärts und die innere Dichtkante 30 stromabwärts der äußeren Einspritzöffnungsreihe 14 angeordnet sind, so dass bei der Anlage der beiden Dichtkanten 30, 32 am Ventilsitz 10 die äußere Einspritzöffnungsreihe 14 dichtend verschlossen wird. [0017] Die Dichtlippe 25 ist elastisch verformbar und so ausgebildet, dass bei der Schließbewegung der vom Ventilsitz 10 abgehobenen äußeren Ventilnadel 5 zuerst die innere Dichtkante 30 am Ventilsitz 10 zur Anlage kommt und erst danach durch eine elastische Verformung der Dichtlippe 25 auch die äußere Dichtkante 32. Um die Dichtwirkung der inneren Dichtkante 30 zu verbessern ist es in diesem Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass die dem Ventilsitz 10 abgewandte Seite der Dichtlippe 25 als Sitzfläche 26 ausgebildet ist, die, wenn die innere Ventilnadel 7 in Schließstellung ist, an der als Dichtfläche dienenden zweiten Konusfläche 207 anliegt. Hierdurch ergibt sich eine zusätzliche Schließkraft auf die Dichtlippe 25 und damit auf die innere Dichtkante 30, was die Dichtwirkung der inneren Dichtkante 30 verstärkt.

[0018] In Fig. 3 ist eine Vergrößerung im Bereich des Ventilsitzes 10 der Fig. 2 dargestellt. Die Verstärkung der Dichtwirkung an der inneren Dichtkante 30 der Dichtlippe 25 ist nur dann angegeben, wenn die Dichtlippe 25 ausreichend weit nach innen ragt, so dass sie in Schließstellung der inneren Ventilnadel 7 an der zweiten Konusfläche 207 anliegt. Ist diese Verstärkung der Dichtwirkung an der inneren Dichtkante 30 nicht gewünscht, kann es auch vorgesehen sein, die Dichtlippe 25 entsprechend zu verkürzen, so dass keine Anlage mehr an der inneren Ventilnadel 7 erfolgt. Die Verlängerung der Dichtlippe 25 um die Strecke h erlaubt also die Anlagekraft und damit die Dichtwirkung an der inneren Dichtkante 30 einzustellen.

[0019] Die Funktionsweise des Kraftstoffeinspritzventils ist wie folgt: Soll eine Einspritzung nur durch einen Teil der Einspritzöffnungen erfolgen, in diesem Konstruktionsbeispiel durch die innere Einspritzöffnungsreihe 12, so wird Kraftstoff unter hohem Druck in den Druckraum 16 eingeführt. Durch eine Verringerung der Schließkraft auf die innere Ventilnadel 7 ergibt sich über die hydraulische Kraft auf die erste Konusfläche 107, die als Druckfläche ausgebildet ist, eine Öffnungskraft auf die innere Ventilnadel 7 vom Ventilsitz 10 weg, so dass die Dichtkante 27 vom Ventilsitz 10 abhebt und den Ringraum 20 mit der inneren Einspritzöffnungsreihe 12 verbindet. Durch eine entsprechend hohe Schließkraft auf die äußere Ventilnadel 5 bleiben sowohl die innere Dichtkante 30 als auch die äußere Dichtkante 32 in Anlage am Ventilsitz 10 und halten so die äußere Einspritzöffnungsreihe 14 verschlossen. Die innere Ventilnadel 7 setzt ihre Öffnungsbewegung fort, bis sie an einem in der Zeichnung nicht dargestellten Anschlag zur Anlage kommt. Soll durch den gesamten Einspritzquerschnitt eingespritzt werden, so wird auch die Schließkraft auf die äußere Ventilnadel 5 reduziert, und die äußere Ventilnadel 5 hebt zuerst mit der äußeren Dichtkante 32 und dann auch mit der inneren Dichtkante 30 vom Ventilsitz 10 ab, so dass nun Kraft-

stoff durch beide Einspritzöffnungsreihen 12, 14 eingespritzt wird. Das Schließen des Kraftstoffeinspritzventils erfolgt in analoger Weise durch eine Erhöhung der Schließkraft auf die innere Ventilnadel 7 und auf die äußere Ventilnadel 5, wobei es vorgesehen sein kann, gleichzeitig den Druck im Druckraum 16 zu reduzieren. Hierdurch bewegen sich beide Ventilnadeln wieder auf den Ventilsitz 10 zu, bis sie mit der Dichtkante 27 bzw. mit der inneren Dichtkante 30 und der äußeren Dichtkante 32 am Ventilsitz 10 anliegen. Durch die Anlage der inneren Ventilnadel 7 mit der Konusfläche 207 an der Sitzfläche 26 wird die Dichtlippe 25 und damit auch die innere Dichtkante 30 am Ventilsitz 10 zusätzlich angepresst.

[0020] Zwischen den einzelnen Einspritzungen herrscht im Brennraum ein zum Teil sehr hoher Druck, so dass Verbrennungsgase durch die Einspritzöffnungen in das Kraftstoffeinspritzventil eindringen können. Dies wird bei dem vorliegenden Einspritzventil dadurch wirkungsvoll verhindert, dass die innere Einspritzöffnungsreihe 12 durch die innere Ventilnadel 7 sicher abgedichtet wird und die äußere Einspritzöffnungsreihe 14 durch zwei Dichtkanten, nämlich die innere Dichtkante 30 und die äußere Dichtkante 32, abgedichtet wird. Brennraumgase können so weder in den Druckraum 16 noch in den Ringraum 20 gelangen. Umgekehrt ist es auch nicht möglich, dass Kraftstoff aus dem Ringraum 20 durch die Einspritzöffnungen unkontrolliert in den Brennraum der Brennkraftmaschine gelangt und dort zu erhöhten Kohlenwasserstoff-Emissionen führt.

Patentansprüche

1. Kraftstoffeinspritzventil für Brennkraftmaschinen mit einem Ventilkörper (1), in dem in einer Bohrung (3) eine äußere Ventilnadel (5) und eine in der äußeren Ventilnadel (5) geführte innere Ventilnadel (7) angeordnet sind, von welchen Ventilnadeln (5; 7) wenigstens eine mit einem am brennraumseitigen Ende der Bohrung (3) ausgebildeten Ventilsitz (10) zusammenwirkt, in welchem eine äußere Einspritzöffnungsreihe (14) und eine innere Einspritzöffnungsreihe (12) ausgebildet sind, wobei die innere Ventilnadel (7) die Öffnung der inneren Einspritzöffnungsreihe (12) steuert und die äußere Ventilnadel (5) die Öffnung der äußeren Einspritzöffnungsreihe (14), und mit an der inneren Ventilnadel (7) und der äußeren Ventilnadel (5) ausgebildeten Druckflächen (11; 107), die vom zugeführten Kraftstoff entgegen einer Schließkraft in Öffnungsrichtung druckbeaufschlagt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die äußere Ventilnadel (5) eine nach innen kragende umlaufende Dichtlippe (25) mit einer inneren Dichtkante (30) aufweist, wobei die innere Dichtkante (30) in Schließstellung der äußeren Ventilnadel (7) am Ventilsitz (10) zur Anlage kommt.

2. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der äußeren Ventilnadel (5) und der inneren Ventilnadel (7) ein Ringraum (20) ausgebildet ist, der mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar ist.

3. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Ventilnadel (5) im wesentlichen hohlzylinderförmig ausgebildet ist und dass der Ringraum (20) durch eine Auskehlung an der Innenmantelfläche der äußeren Ventilnadel (5) ausgebildet ist.

4. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Ringraum (20) über wenigstens eine in der äußeren Ventilnadel (5) ausgebildete Verbindungsbohrung (22) mit einem Druckraum (16)

verbunden ist, welcher mit Kraftstoff unter hohem Druck befüllbar ist.

5. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtlippe (25) eine vom Ventilsitz (10) abgewandte Sitzfläche (26) aufweist, an der die innere Ventilnadel (7) mit einer Dichtfläche (207) in Schließstellung unter Einwirkung der Schließkraft zur Anlage kommt.

6. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Ventilnadel (5) neben der inneren Dichtkante (30) eine zusätzliche äußere Dichtkante (32) aufweist, welche stromaufwärts zur inneren Dichtkante (30) angeordnet ist, so dass die äußere Dichtkante (32) und die innere Dichtkante (30) die äußere Einspritzöffnungsreihe (14) verschließen.

7. Kraftstoffeinspritzventil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Schließbewegung der äußeren Ventilnadel (5) zuerst die innere Dichtkante (30) am Ventilsitz (10) zur Anlage kommt und erst mit der weiteren Schließbewegung unter elastischer Verformung der Dichtlippe (25) auch die äußere Dichtkante (32).

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Fig.1

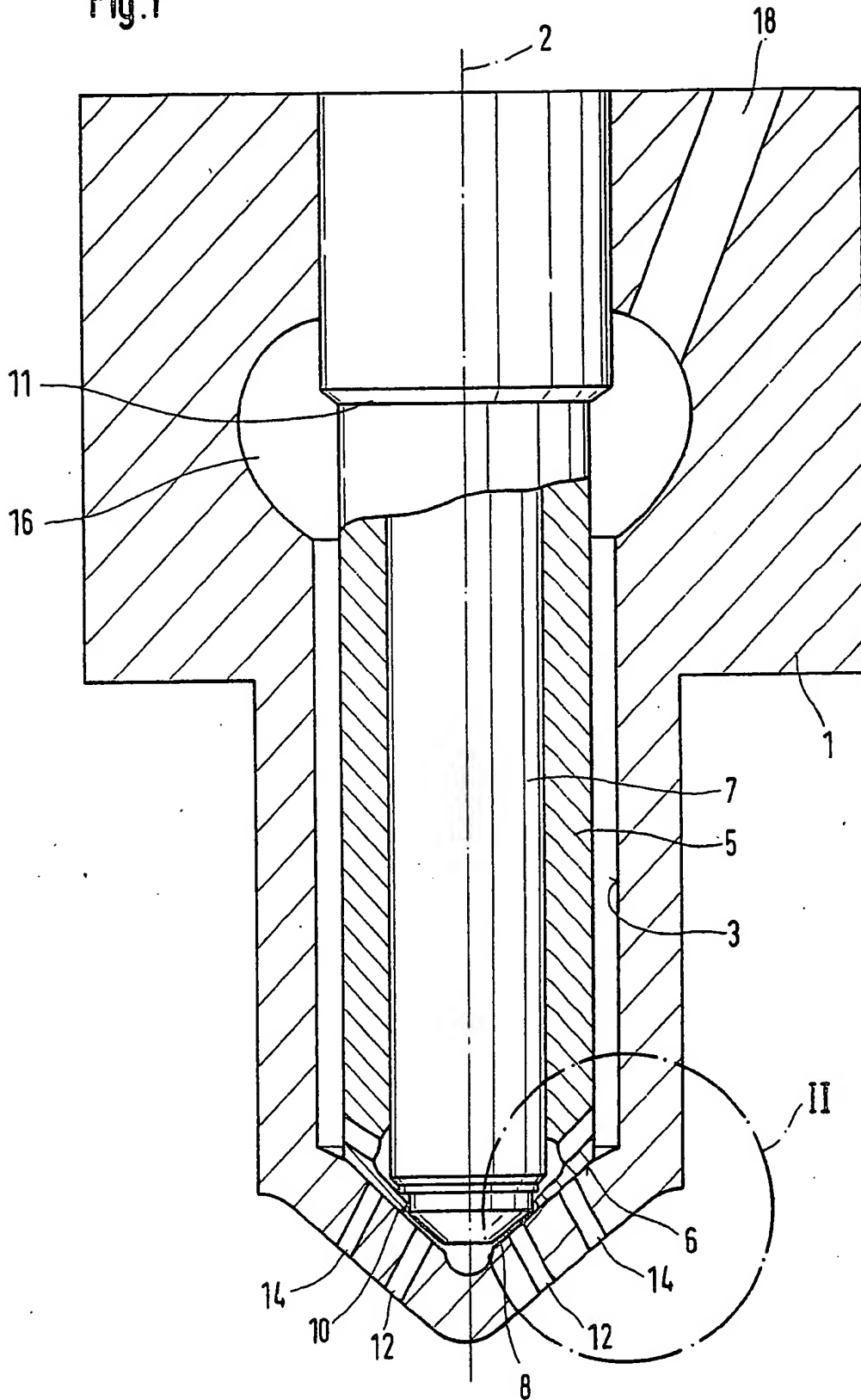


Fig. 2

